10 Scintigraphie

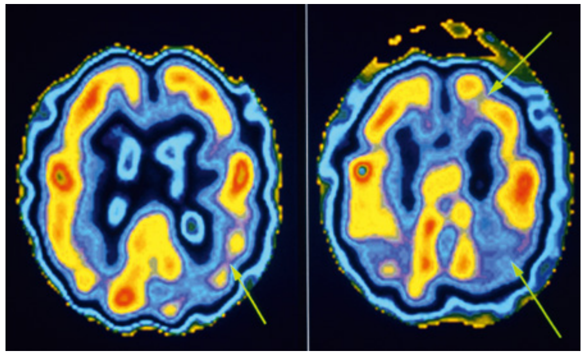
La scintigraphie est une méthode d'analyse médicale. Elle fonctionne grâce à un traceur radioactif qui est injecté directement dans le sang du patient. Le patient doit parfois attendre en quarantaine, le temps que son activité radioactive baisse suffisamment.

➜ Au bout de combien de temps le patient peut-il sortir de quarantaine ?

Doc. 1 Protocole d'une scintigraphie

Avant la scintigraphie, il faut doser la quantité d'iode à prescrire sous forme de gélule en fonction de la masse du patient. Chez l'adulte (70 kg), l'activité en iode 131 nécessaire pour effectuer une scintigraphie est de 9,27 MBq, sachant que 1 g d'iode 131 correspond à une activité de $4{,}6 \times 10^{15}$ Bq.

La scintigraphie a lieu 48 heures après l'ingestion de l'iode. Lors de la prise de l'iode 131, le patient doit s'isoler, jusqu'à ce qu'il ne reste plus que $5{,}52 \times 10^{12}$ de noyaux d'iode 131 dans son organisme.



Doc. 3 Séries de mesures

La détermination de la constante radioactive λ a été réalisée dix fois à partir d'un simulateur de désintégrations. Les séries de mesures obtenues sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

λ (j^{-1})	0,0881	0,0871	0,0892	0,0866	0,0845
λ (j^{-1})	0,0876	0,0851	0,0882	0,0883	0,0859

Moyenne $\bar{\lambda}$	0,0871 (j^{-1})
Écart-type $\sigma(\lambda)$	0,0014 (j^{-1})

Le résultat de la mesure de λ s'exprime par l'intervalle de confiance suivant :

$$\lambda = \bar{\lambda} + u(\lambda)$$

λ : constante radioactive (j^{-1})
$\bar{\lambda}$: valeur moyenne (j^{-1})
$u(\lambda)$: incertitude (j^{-1})

Doc. 2 Loi de décroissance radioactive

Il est possible de déterminer numériquement à un instant t la quantité N de noyaux radioactifs non désintégrés d'une population initiale N_0.

On sait que l'activité correspond au nombre de désintégrations par seconde. On peut donc l'exprimer comme la variation du nombre N au cours du temps t :

$$\begin{cases} A(t) = -\dfrac{\mathrm{d}N(t)}{\mathrm{d}t} \\ A(t) = \lambda \cdot N(t) \end{cases}$$

Soit l'équation différentielle :

$$\frac{\mathrm{d}N(t)}{\mathrm{d}t} + \lambda \cdot N(t) = 0$$

Cette équation mathématique a pour solution :

$$N(t) = N_0 \cdot \exp(-\lambda \cdot t)$$

Données

- **Masse molaire de l'iode 131 :** $M(^{131}\mathrm{I}) = 131$ g·mol^{-1}
- **Constante d'Avogadro :** $N_A = 6{,}022 \times 10^{23}$ mol^{-1}

Doc. 4 Calcul de l'incertitude

L'incertitude statistique $u(\lambda)$ se calcule grâce à la formule suivante :

$$u(\lambda) = \frac{k \cdot \sigma(\lambda)}{\sqrt{n}}$$

$u(\lambda)$: incertitude statistique (j^{-1})
k : facteur d'élargissement
$\sigma(\lambda)$: écart-type (j^{-1})
n : nombre de mesures

Le facteur d'élargissement k pour une série de n mesures indépendantes, pour un niveau de confiance de 95 %, est indiqué dans le tableau ci-dessous :

n	2	3	4	5	6
k	12,7	4,30	3,18	2,78	2,57
n	7	8	9	10	11
k	2,45	2,37	2,31	2,26	2,23

Numérique

Retrouvez le tableur « scintigraphie » sur LLS.fr/PCTP106

SUJET BAC EXPÉRIMENTAL

1 Analyse du document (10 minutes conseillées)

1. Préciser le nombre de noyaux d'iode 131 injectés chez une personne de 70 kg pour effectuer une scintigraphie.

2 Mise en œuvre expérimentale (30 minutes conseillées)

Dans le fichier « scintigraphie » à retrouver sur LLS.fr/PCTP107, un simulateur de désintégrations permet d'observer l'évolution d'une population de noyaux d'iode 131 au cours du temps.

2. Tracer la courbe $N = f(t)$ représentant l'évolution d'un échantillon de noyaux d'iode 131. Préciser si celle-ci valide ou non la loi de décroissance radioactive exprimée du **doc. 2**.

Appel n° 1 (facultatif) Appeler le professeur en cas de difficulté.

On cherche à déterminer expérimentalement la constante radioactive de l'iode 131. Pour cela, on linéarise cette décroissance radioactive. On représente ainsi l'évolution de l'échantillon sous la forme :

$$\ln(N(t)) = \ln(N_0) - \lambda \cdot t$$

3. Démontrer l'équation précédente à partir de la loi de décroissance radioactive.

4. Compléter la colonne $\ln(N)$ et tracer la courbe $\ln(N) = f(t)$ représentant l'évolution d'un échantillon de noyax d'iode 131.

5. Modéliser la courbe obtenue et en déduire la valeur de $\ln(N_0)$ et de λ.

Appel n° 2 Appeler le professeur pour lui présenter la courbe réalisée et les équations obtenues, ou en cas de difficulté.

3 Validation et exploitation des résultats (20 minutes conseillées)

6. À partir du **doc. 3**, déterminer l'incertitude sur la mesure de λ, notée $u(\lambda)$, pour les dix mesures effectuées.

7. Vérifier la cohérence entre la mesure statistique de λ et la modélisation réalisée à l'aide du simulateur.

8. En utilisant la valeur de λ déterminée précédemment et la loi de décroissance radioactive, déterminer la date t, exprimée en jour (j), au bout de laquelle le patient n'a plus besoin de prendre de précautions après l'injection.

Éteindre la session et ranger la paillasse.

Se préparer aux ECE

Mettre en place un protocole permettant de prévoir le temps de désintégration d'un nombre de noyaux radioactifs d'un échantillon à partir d'une série de mesures. Pour cela, préciser les différents graphiques à réaliser et les équations mathématiques associées.